豇豆耐萎凋病根砧篩選及嫁接苗之應用

羅英妃[1,*] 薛佑光[2] 簡怡文[1] 林上湖[3] 李美娟[4] 鍾文全[5]

[1] 行政院農業委員會種苗改良繁殖場繁殖技術課助理研究員、助理研究員。台灣臺中市。
[2] 行政院農業委員會種苗改良繁殖場品種改良保護課助理研究員。台灣臺中市。
[3] 行政院農業委員會種苗改良繁殖場屏東種苗研究中心副研究員。台灣屏東縣。
[4] 行政院農業委員會種苗改良繁殖場場長室研究員。台灣臺中市。
[5] 行政院農業委員會種苗改良繁殖場生物技術課研究員兼課長。台灣臺中市。
* 通訊作者，電子郵件：iflo88@tss.gov.tw；傳真：04-25825818

摘　　要

豇豆 (*Vigna unguiculata*) 為台灣夏季重要的蔬菜種類之一，以“三尺青皮”為主要品種，其具豐產及品質好之特性，但此品種對萎凋病(*Fusarium oxysporum* f. sp. *Tracheiphilum*)不具抗性，連作時此病害發生嚴重而影響產量。為解決豇豆萎凋病的問題，本試驗從12個豇豆供試品種 (品系) 中，篩選出具有耐萎凋病的根砧-代號"I"品種，並以此品種為根砧，嫁接4個不同接穗品種，結果顯示嫁接存活率均高達93%以上，可知代號"I"根砧品種對4個接穗品種均有良好的親和性且生長良好。"三尺青皮"品種之播種苗在1×10^4菌液濃度時的發病率為85%，以"I"品種為根砧，三尺青皮為接穗的嫁接苗，在1×10^4菌液濃度時發病率為0%，在1×10^6濃度時發病率僅有28%，此顯示根砧品種具有耐病性。為測試耐萎凋病根砧之嫁接苗在田間生長及存活情形，在溫室內進行連作，結果以“三尺青皮”品種的實生苗成活率最低約18%；嫁接苗的部分，所有品種的成活率達96%以上，產量以“三尺青皮”品種的實生苗產量最低，嫁接苗之成活率高，且產量明顯增加。另外，選擇連作且萎凋病發生嚴重的產地田區進行嫁接苗耐病性試驗，實生苗在定植1個月後即全株萎凋死亡，成活率0%；嫁接苗仍有80%的成活率，顯示耐病根砧可以提高田間存活率並穩定產量。

關鍵詞：豇豆、萎凋病、耐病根砧、嫁接苗。

前　　言

豇豆又名菜豆 (台語)、長豆，其原產於印度，台灣則是由早期移民至中國大陸引進。豇豆營養價值高，作為鮮食之外，亦可供作冷凍加工、豆莢干等使用。根據農糧署統計資料，101 年我國長豇豆總栽培面積 979.86 公頃，每公頃平均採收量為 12,036 公斤，年產量約 11,794 公噸，主要栽培集中在屏東縣 (40.52 %) 、雲林縣 (15.13 %)、嘉義縣 (8.70 %) 及彰化縣 (8.67 %)。豇豆為台灣重要的夏季蔬菜，適逢夏季高溫多濕的環境，易感染多種病害，其中以萎凋病為最嚴重的病害之一。萎凋病 (Fusarium wilt) 由 *Fusarium oxysporum* f. sp. *Tracheiphilum* 病原所引起，俗稱“站死”，其病原菌棲息並宿存於土壤中，最適發病溫度為 24-28℃，潮濕季節容易發病。種子萌芽後由根部直接侵入，通常在生育中期，自下位葉開始黃化，初期可見半側枝蔓萎凋，罹病枝條維管束明顯褐變直達莖頂，導致全株枯

死。目前尚無正式推薦的有效防治藥劑，農友在栽培過程中常因萎凋病發生而束手無策，明顯減產而血本無歸，嚴重時甚至廢園，影響農友生計。然而，豇豆種子也會帶病，因此種植前種子先經消毒處理是必要的防治措施。此外，另有學者建議農田在整地後、種植前 10 日，每分地可施用 S-H 混合物 90–120 公斤於土壤中混合均匀，並注意肥培管理以促進根部發育，增強抗病力。另有研究指出，在土壤添加蝦蟹殼粉和 B. subtilis strain PMB-034，可有效降低 50–62%之萎凋病的罹病度。亦有研究指出，木黴菌可拮抗抑制鐮胞菌的生長，具有可開發做為豇豆萎凋病防治劑的商品化潛力。最好的方法則推薦發病田區應採行與水稻輪作，待田區內病原菌密度降低後再行種植。此外，亦可考量栽種抗病性佳的品種，台灣目前現有的豇豆品種中，以「白皮」較具抗病力。為因應萎凋病發生問題，本研究設法尋找耐萎凋病品種並進行篩選，所選出之耐病品種可供作根砧，商業品種為接穗，進行嫁接來生產耐萎凋病的嫁接苗，供農友田間種植及豆莢生產，減少萎凋病發生，以確保有穩定收益。

材料與方法

豇豆耐萎凋病品種篩選

1. 製備接種菌液：

將菌株培養於馬鈴薯葡萄糖瓊脂固體培養基 (Potato Dextrose Agar, PDA)，於 28℃培養 2 週，至培養之菌株產生大量分生孢子。調整孢子懸浮液，使其分生孢子量為 $1.0\text{-}5.0\times10^5$ spores/ml。

2.接種植物準備：

供試之 12 種豇豆品種 (品系) 係取自本場之種原保存庫之種原，將直播後 1 個月之苗株，清除根系介質，採用剪根法，以乾淨之剪刀剪去自根尖往上算起約 1/3 長度的根部後，浸泡於分生孢子懸浮液中 30 分鐘。隨後將苗株重新種植於五寸盆中，置於溫室中記錄發病狀況。

豇豆耐萎凋病根砧嫁接親和性試驗

本次試驗以“三尺青皮”、“白皮白仁”、“白皮紅花仁”及“白皮黑灰仁”等 4 個品種與選出的耐病根砧 (代號：I) 進行嫁接試驗，4 個接穗品種與根砧品種種子均以 100 格穴盤播種，待植株達適當大小進行嫁接，以嫁接夾進行固定，每一個組合 3 重複，每重複 100 株；嫁接後移至養生室進行馴化，並於嫁接後 25 天調查接穗之存活率。

豇豆萎凋病菌濃度對豇豆耐病根砧嫁接苗植株發病率試驗

1. 製備接種菌液：

將菌株培養於馬鈴薯葡萄糖瓊脂固體培養基 (Potato Dextrose Agar, PDA)，於 28℃培養 2 週，至培養之菌株產生大量分生孢子。調整孢子懸浮液之分生孢子量為 0(CK)、1×10^4、1×10^5、1×10^6、1×10^7、1×10^8 spores/ml 等不同濃度。

2. 接種植物準備：

本試驗以“三尺青皮”品種之播種苗為對照組，以耐病根砧 (代號：I) 及接穗品種(“三尺青皮”)所得之嫁接苗為處理組，對照組採直播 1 個月之苗株，處理組以嫁接後 1 個月之苗株採用剪根法，將根部浸泡於不同濃度之分生孢子懸浮液中 30 分鐘，接種後苗株重新種植於五寸盆中，置於溫室中記錄發病狀況。

耐萎凋病根砧嫁接不同接穗品種對植株成活率及產量之影響

本試驗以青皮三尺、白皮白仁、白皮紅花仁及白皮黑灰仁等 4 個品種與抗病根砧 (代號：I) 嫁接馴化後之嫁接苗為材料，分別移入連作及非連作(休耕)之田區進行萎凋病耐病情形與豆莢產量評估；每種組合 (含 CK) 3 重複，每重複 10 株，並於定植後 1 週調查嫁接苗及對照組植株之成活率；於第 6 週起開始進行採收，調查豇豆嫁接苗與直播苗之豆莢產量。

豇豆耐萎凋病嫁接苗之產地耐病性測試

本試驗以青皮三尺品種與抗病根砧 (代號：I) 嫁接馴化後之嫁接苗為材料，於 102 年 4 月 10 日定植於已連作三次豇豆之屏東縣里港鄉田區，該田區前期作為大胡瓜，試驗期間為 80 天，調查豇豆嫁接苗與直播苗之豆莢產量。

結果與討論

豇豆耐萎凋病品種篩選

評估本場種原保存的 12 個品種 (含品系) 對豇豆萎凋病病菌的抗感性反應，結果得知豇豆 6 號品系與 7 號品系植株耐病性最佳，在 $1x10^5$ 之菌液濃度下發病率僅有 22-23%左右。其次為 4、5、9 號品種 (系)，發病率在 32-43%之間，其餘品種之發病率高達 55%以上 (圖 1)。本試驗評估後選出 6 號為耐萎凋病品種，代號”I”品種，可供作根砧，接穗則採賣相佳、價格高的商業品種，有利於生產嫁接苗。

豇豆耐萎凋病根砧嫁接親和性試驗

本次試驗以“三尺青皮”、“白皮白仁”、“白皮紅花仁”及“白皮黑灰仁”等 4 個商業品種與耐病根砧 (代號：I) 進行嫁接試驗，嫁接成活率高達 90%以上 (圖 2)，並對接穗品種之株高及葉片數均無影響，且地上部及根部之生長亦無差異，可知代號 I 根砧品種對 4 個接穗品種均有良好的親和性，經評估可建立豇豆嫁接苗量產體系之根砧使用。利用耐病性根砧解決蔬菜土壤性病害諸如萎凋病、青枯病等問題，為甚具發展潛力之方法，在產業上應用最廣當屬茄屬植物及瓜類等，以茄子及蕃茄為例，接穗及根砧具高嫁接親合性，成活率可達 80-100%。而豆科植物通常採用直播或種子育苗來繁殖，但由於豇豆萎凋病發生嚴重，常導致田間定植後存活率低。本試驗利用耐病根砧品種進行嫁接，成活率高達九成，顯示親和性相當高，具有應用價值。另外，本試驗嘗試以豆科刀豆屬植物供作根砧 (資料未顯示)，以豇豆屬之青皮品種為接穗，但其親和性差，故豆科不同屬植物之親緣性及親和性有差異。

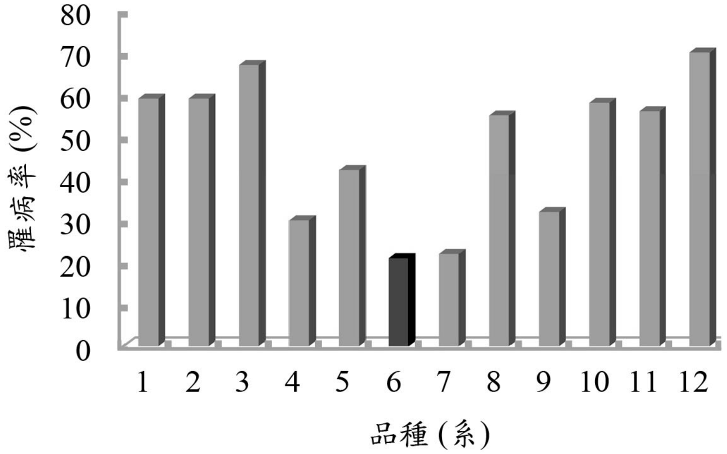


圖 1. 不同品種 (系) 耐萎凋病根砧篩選 (6 號為代號 “I” 品種)。
Fig. 1. Resistance screening of varieties against Fusarium wilt for rootstocks (No.6 is “I” variety).

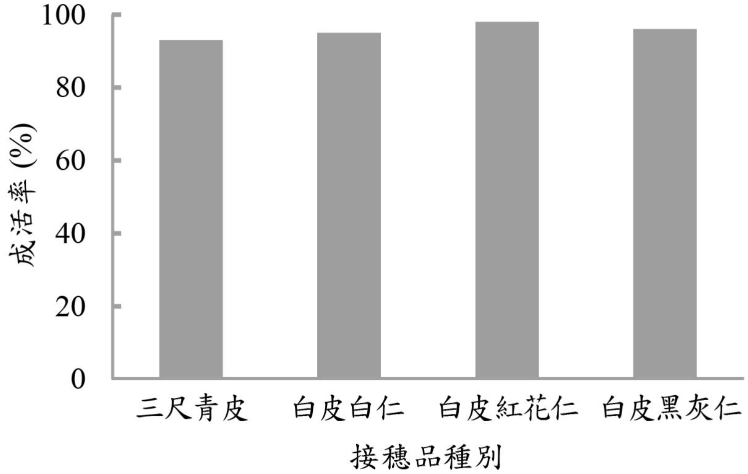


圖 2. 耐病根砧 (代號：I) 與 4 個商業品種之嫁接成活率。
Fig. 2. Grafting survival rates of rootstock (" I " variety) with four scion varieties.

豇豆萎凋病菌液濃度對耐病根砧嫁接苗植株發病率試驗

為測試所選出之代號“ I”品種根砧嫁接後耐病性之表現，以“三尺青皮” 為接穗之嫁接苗，進行豇豆萎凋病不同菌液濃度下發病情形調查。由表 1 可知，嫁接苗在菌液濃度 $1x10^4$ 時，植株發病率為 0%，實生苗 (對照組) 的發病率則高達 85%；菌液濃度 $1x10^5$ 時，嫁接苗植株發病率為 15%，實生苗的發病率則達 100%，由此可知商業品種“三尺青皮”對萎凋病在低濃度下無抗病性，致死率高。反觀嫁接苗在菌液濃度高達 $1x10^6$、$1x10^7$、$1x10^8$ 時，植株發病率分別為 28%、41%及 57%，比商業品種表現具有耐病性。三尺青皮為商業栽培主流品種，其肉厚質嫩、不易老化、耐熱且豐產，但對萎凋病不具抗性，連作時此病害發生嚴重，一旦罹病植株

表 1. 不同豇豆萎凋病菌液濃度對嫁接苗植株發病之影響

Table 1. Effect of different spores concentrations on disease incidence of grafted asparagus bean to Fusarium wilt.

Spores concentration (spores/ml)	Disease incidence (%)	
	Grafted plant [z]	Seedling [y]
0	0	0
1 x 10^4	0	85
1 x 10^5	15	100
1 x 10^6	28	100
1 x 10^7	41	100
1 x 10^8	57	100

[z] scion: "3 Feet Green Peel" variety, rootstocks: " I" variety.

[y] "3 Feet Green Peel" variety.

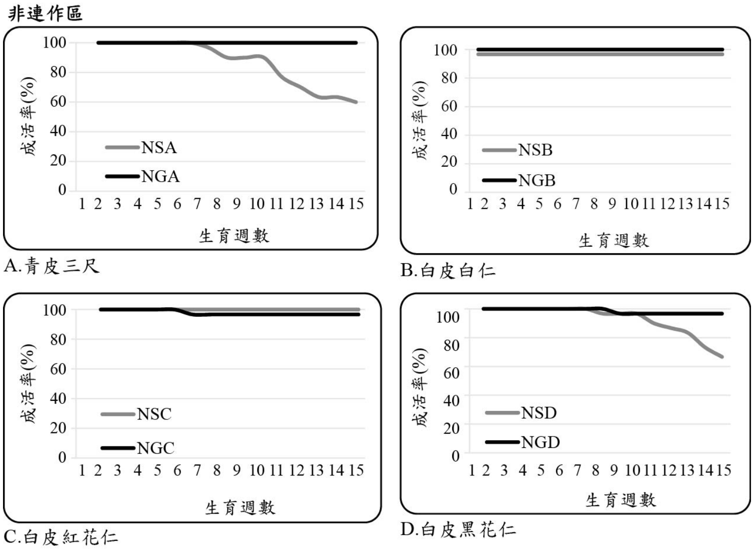
黃萎而減產，影響產量甚鉅。代號" I"品種根砧雖具有耐病性，但果莢短小且易老化，不具有長豇豆商業品種特質，故以耐病品種為根砧，增加根部的耐病性，期能提高商業品種產量之穩定性。

耐萎凋病根砧嫁接不同接穗品種對植株成活率及產量之影響

為比較及確認 4 個商業品種之嫁接苗在田間生長及成活表現，分別以連作及非連作 (休耕區) 田區，測試根砧耐病性表現及接穗產量影響。實生苗在非連作(休耕區) 田區栽培時，以"三尺青皮"及"白皮黑灰仁"品種之成活率較低，定植 15 週後之成活率分別為 60%及 64%，其中，"三尺青皮"於第 6-7 週之苗期即開始發病，為感病品種。"白皮黑灰仁"品種亦隨時間增加發病情形嚴重；反之，"白皮白仁"、"白皮紅花仁"品種成活率達 90%以上，顯示此二品種對萎凋病有耐病性。嫁接苗在非連作區測試結果，所有的商業品種成活率高達 98%以上 (圖 3)，由此可知"I"根砧品種對萎凋病具耐病性。在連作區測試結果，亦以"三尺青皮"及"白皮黑灰仁"品種的實生苗成活率最低，生育 15 週後之成活率分別為 18%及 40%，於生育初期即開始發病，隨時間增加發病情形嚴重；反之，"白皮白仁"及"白皮紅花仁"品種成活率達 96%，於連作地仍有耐病性。至於嫁接苗的部分，所有商業品種的成活率達 96%以上 (圖 3)，有效發揮根砧的耐病效果。

至於四個不同商業品種之嫁接苗及實生苗的產量調查，結果顯示以"三尺青皮"及"白皮黑灰仁"的實生苗成活率較低，其產量亦明顯下降，隨時間增加發病嚴重而產量遞減。在連作區測試亦得到相同結果；"白皮白仁"及"白皮紅花仁"品種實生苗及所有商業品種之嫁接苗均有正常的產量表現，故根砧之成活率增加可保持產量穩定。在非連作區栽培時，其中以"三尺青皮"嫁接苗產量比實生苗 (對照組)產量高約 2 倍之多 (圖 4)；在連作栽培時，"三尺青皮"嫁接苗產量比實生苗產量高約 4 倍之多 (圖 5)。不論是連作及非連作區之所有商業品種的嫁接苗，產量普遍比對照組增加，所以嫁接苗生產提高定植後成活率並增加產量。

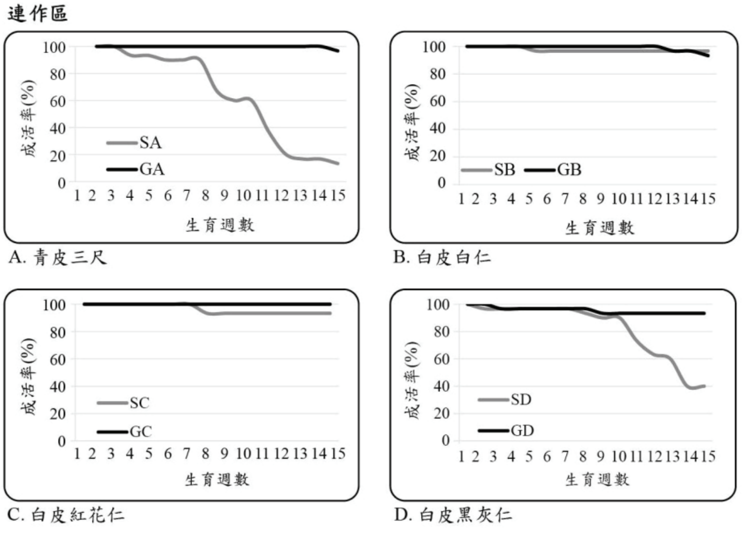
目前市面上豇豆的主要栽培品種以「青皮」和「白皮」為主，其中「白皮」品種的對萎凋病較具抗性，但產品價格比青皮品種來得低廉，因此，農民仍傾向



※NSA、NSAB、NS C、NS D：非連作區/直播苗/青皮三尺、白皮白仁、白皮紅花仁、白皮黑灰仁
NGA、NGB、NGC、NGD：非連作區/嫁接苗/青皮三尺、白皮白仁、白皮紅花仁、白皮黑灰仁

圖 3. 耐萎凋病根砧 (代號 I)嫁接 4 個不同品種在田間成活率之表現(非連作區)

Fig. 3. Survival rates on field of Fusarium resistant rootstock (“I” variety) with four scion varieties in field (non-continuous cropping).



※SA 、SB、SC、SD：：連作區/直播苗/青皮三尺、、白皮白仁、白皮紅花仁、白皮黑灰仁
GA 、GB、GC、GD：：連作區/嫁接苗/青皮三尺、、白皮白仁、白皮紅花仁、白皮黑灰仁

圖 4. 耐萎凋病根砧 (代號 I) 嫁接不同品種對田間成活率之影響 (連作區)。

Fig. 4. Survival rates of Fusarium resistant rootstock (“I” variety) with four scion varieties in field (continuous cropping).

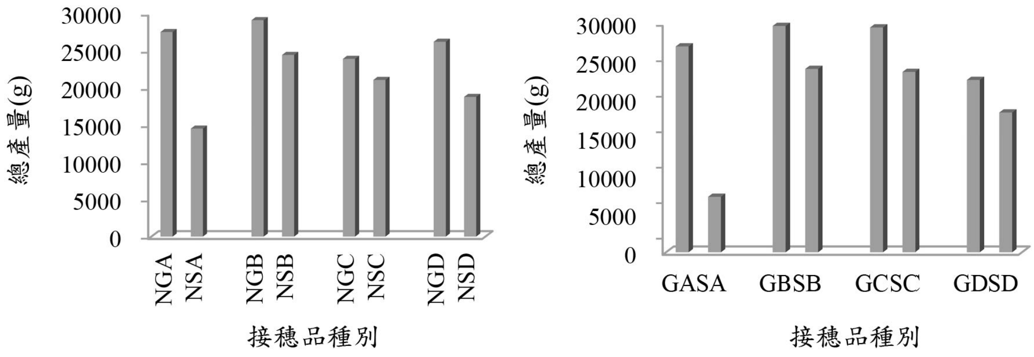
栽種青皮豇豆，但同時也需承受較高的染病風險，而本試驗所篩選出的耐病根砧生產嫁接苗可供農友參考，以減少染病風險，確保產量穩定。

豇豆耐萎凋病嫁接苗之產地耐病性及產量測試

為測試根砧品種對豇豆萎凋病耐受性表現及應用性評估，本試驗直接於發病之產地進行，以代號“I”品種為根砧，“三尺青皮”為接穗的嫁接苗並與實生苗比較。由圖 6 可知，實生苗在定植後 1 個月即發病，成活率約 46.3%；嫁接苗的部分，成活率約 97.2%。定植後 40 天之實生苗幾乎全株死亡，發病率達 100%，而嫁接苗發病率僅有 8.2%。定值後 50 天，嫁接苗發病率僅有 18%。在產量部分，實生苗在定植後 40 天即發病，幾乎全株死亡，所以對照組在未開花結莢即死亡，故試驗期間無產量產出；而嫁接苗部分，成活率仍有 80%左右，從採收始期至採收終期約 36 天，採收次數達 31 次，果莢總產量約 1308 公斤/2 分地，故嫁接苗比實生苗成活率高，相對有穩定的產量，可提高收益。

結　論

由於豇豆萎凋病係由鐮孢菌自作物根部入侵感染的，因此採用嫁接的方式，以耐病品種做為根砧，實為一有效抵抗病菌入侵的方法；接穗的部分仍可使用賣相佳、價格高、嫁接親和性良好、嫁接成活率高的商業品種進行嫁接。因此，本試驗所採之豇豆嫁接苗不但能夠抵抗鐮孢菌的入侵，保障豇豆產量，相較於直接以種子播種苗，無論在生產效益及降低風險上，都對農民較有利益，故豇豆的耐病根砧及嫁接苗生產具有應用價值，應可進一步量化生產嫁接苗並供應農民使用。



※NSA、NSAB、NS C、NS D：非連作區/直播苗/青皮三尺、白皮白仁、白皮紅花仁、白皮黑灰仁
NGA、NGB、NGC、NGD：非連作區/嫁接苗/青皮三尺、白皮白仁、白皮紅花仁、白皮黑灰仁
SA 、SB、SC、SD：：連作區/直播苗/青皮三尺、、白皮白仁、白皮紅花仁、白皮黑灰仁
GA 、GB、GC、GD：：連作區/嫁接苗/青皮三尺、、白皮白仁、白皮紅花仁、白皮黑灰仁

圖 5. 耐萎凋病根砧 (代號 I) 嫁接不同接穗品種在非連作區 (左) 及連作區 (右) 產量之表現。

Fig. 5. Yields of Fusarium resistant rootstock (“I” variety) with four scion varieties in non-continuous cropping(left) and continuous cropping(right) field.

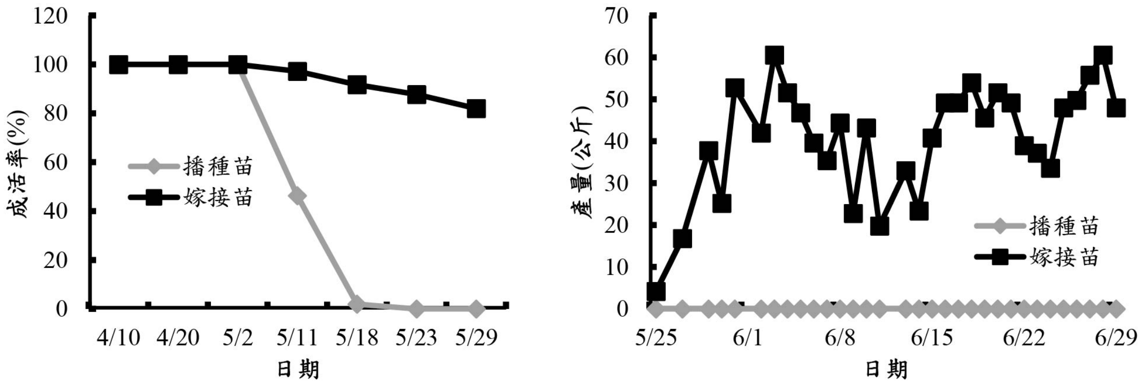


圖 6. 豇豆嫁接苗在產地田區之成活率 (左) 及產量 (右)。

Fig. 6. Survival rates (left) and yields (right) of grafted asparagus bean planted in production field.

參考文獻

朱世宏 馮靖廷 何婉清 2010 以拮抗性木黴菌防治豇豆鐮胞菌萎凋病大仁學報 36：127-141.

吳明哲 林茂維 1998 茄果類蔬菜嫁接育苗試驗 中國園藝 44(2):160-167.

孫守恭、黃振文 (1996) 臺灣植物鐮胞菌病害 世維出版社 臺中 170pp.

楊秀珠 2011 豆科蔬菜病蟲之發生與管理 行政院農業委員會動植物防疫檢疫局及農業藥物毒物試驗所編印 1-15pp.

黃見發 (1996) 豇豆萎凋病之鑑定及其初次接種源。國立中興大學植物病理學研究所碩士論文 臺中 51pp.

Ha, M.T,, J. W. Huang 2007 Control of Fusarium wilt of asparagus bean by organic soil amendment and microorganisms Plant Pathology Bulletin 16: 169-180.

Selection and Application of Fusarium Wilt Resistant Rootstock of Asparagus Bean (*Vigna unguiculata*)

Ying-Fei Lo[1,*], Yow-Guang Hseuh[2], Yi-Wen Chien[1], Sung-Hu Lin[3], Mei-Jiuan Lee[4], Wen-Chang Chung[5]

[1] Assistant Researcher (Y. F. Lo) and Assistant Researcher (Y. W. Chien), respectively, Propagation Technology Section, Taiwan Seed Improvement and Propagation Station, Taichung, Taiwan, ROC.

[2] Assistant Researcher, Plant Breeding Section, Taiwan Seed Improvement and Propagation Station, Taichung, Taiwan, ROC.

[3] Associate Researcher, Pingtung Seed & Seedling Research Center, Taiwan Seed Improvement and Propagation Station, Pingtung, Taiwan, ROC.

[4] Researcher, Office of Director, Taiwan Seed Improvement and Propagation Station, Taichung, Taiwan, ROC.

[5] Researcher and Chief of Section, Biotechnology Section, Taiwan Seed Improvement and Propagation Station, Taichung, Taiwan, ROC.

* Corresponding author, e-mail: iflo88@tss.gov.tw; Fax:04-25825818.

Abstract

Asparagus bean (*Vigna unguiculata*) is an important vegetable in summer cropping in Taiwan. "3 Feet Green Peel" is the major variety with high yield and good quality. However, it is not resistant to Fusarium wilt (*Fusarium oxysporum* f. sp. *Tracheiphilum*), which causes severe losses in asparagus bean fruit production. In order to solve the problem, 12 asparagus bean varieties were collected and screened for resistance against Fusarium wilt, the results showed " I " variety had good Fusarium wilt resistance for rootstocks. The Fusarium wilt resistant rootstock (" I " variety) grafted with four different scion varieties had the average survival rate up to 93% ,which showed its good grafting compatibility. The disease incidence of seed seedlings of "3 Feet Green Peel" variety inoculated in the spores solution with concentration of 1×10^4 and 1×10^6 were 85% and 100%, respectively. However, the disease incidence of grafted plant ("3 Feet Green Peel"+"I") inoculated in the same concentration were 0% and 28%, respectively. The plant survival rate of seed seedlings and grafted asparagus bean planted in production field at 4th continuous cropping were 0% and 80%, respectively, indicating using resistant rootstock could improve the survival rate in the field and stable the yield.

Key words: Asparagus Bean (*Vigna unguiculata*), Fusarium wilt, Resistant rootstock, Grafted plant.